УДК 66:62-7

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ УПЛОТНИТЕЛЬНЫЕ ИЗДЕЛИЯ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ СЕРИИ “ГРАФЛЕКС”, ТЕРМОРАСШИРЯЮЩИЕСЯ ОГНЕЗАЩИТНЫЕ МАТРИАЛЫ СЕРИИ “ОГРАКС”

В.А. Шкиров

НПО “УНИХИМТЕК”, г. Москва

Приведены характеристики новых перспективных уплотнительных изделий серии «Графлекс», а также огнезащитных материалов серии «Огракс» производства НПО “УНИХИМТЕК”.

Во всем мире терморасширенный графит (ТРГ) становится основным материалом для изготовления уплотнительных изделий взамен ранее используемого асбеста. Новые уплотнительные материалы на основе ТРГ обладают целым рядом преимуществ, которые позволяют оценить их применение в уплотнительной технике, как качественно новый, революционный скачок. В промышленно развитых странах Европы (в Германии, Франции и др.) применение асбестосодержащих материалов (канцерогеноопасных) запрещено законом. В связи с этим многие страны не позволяют ввозить оборудование, на котором используются уплотнительные материалы и изделия (сальники арматуры, насосов, прокладки фланцевые, прокладки автомобильные и др.), содержащие асбест.

Одним из основных показателей качества ТРГ является его чистота, которая определяется высоким процентным содержанием в нем углерода и минимальным количеством вредных примесей – хлор-ионов, золы, серы. От чистоты исходного ТРГ зависят потребительские качества получаемых из него материалов и изделий, поэтому в промышленно-развитых странах введены стандарты и производится сертификация ТРГ и получаемых из него материалов.

В мировой практике высокая чистота исходного ТРГ и материалов на его основе является гарантией отсутствия коррозии металла арматуры при транспортировке, хранении, простое, в процессе ремонта оборудования и т.д. Различают следующие уровни градации ТРГ и материалов на его основе по процентному содержанию в них углерода: 95, 99, 99,5 % (для общепромышленных нужд) и 99,8…99,9 % (ТРГ ядерной чистоты для нужд атомной энергетики).

В России массовая замена асбестосодержащих уплотнительных материалов и изделий сдерживалась отсутствием производства ТРГ в объемах, достаточных для покрытия потребностей промышленности и энергетики. В настоящее время производство ТРГ марки “ГраФлекс” и уплотнительных изделий из него организовано в результате совместной деятельности Объединения “Унихимтек” и его учредителей – МГУ им. М.В. Ломоносова, АО “Мосэнерго”, “Челябэнерго”, “Тюменьэнерго”, “Кировэнерго”, “Кирово-Чепецкий химический комбинат”, “Чеховский завод энергетического машиностроения”. Этими организациями разработана и реализована прогрессивная техническая политика, предусматривающая создание, производство и использование на предприятиях энергетики, нефтегазового комплекса, на транспорте и в других отраслях промышленности новых отечественных материалов, получаемых на основе глубокой переработки природного графита. Сегодня введены в действие производственные мощности по всему технологическому циклу выпуска графитовой фольги “ГраФлекс” (рисунок).

При создании нового производства в России особое внимание было уделено организации производства промышленных объемов ТРГ ядерной чистоты. В Челябинске создано уникальное производство по термической очистке исходного графита, содержащего 95…98 % углерода, до степени чистоты по углероду 99,99 % (при этом содержание серы составляет не более 0,001 %, хлор-ионов – не более 20 ppm). В Кирово-Чепецке запущено производство окисленного графита, позволяющее получать графитовую фольгу “ГраФлекс” с содержанием углерода не менее 99,9 %. Объем производства ТРГ ядерной чистоты уже сегодня достаточен для обеспечения основных потребностей в нем атомных электростанций России и стран СНГ.

НПО “Унихимтек” разработаны также материалы, охватывающие все основные потребности в огнезащите кабельного хозяйства и закрытых распредустройств электростанций и подстанций, кабельных трасс, металлических и деревянных конструкций, полимерных покрытий. На производство и поставку огнезащитных материалов ОГРАКС, а также проведение огнезащитных работ получены лицензии ГУ ГПС МВД России и Гигиеническое заключение Минздрава России. Все огнезащитные составы и материалы разработаны на основе современных научных достижений ученых химического факультета МГУ им М.В. Ломоносова, работающих в тесном содружестве со специалистами АО “Мосэнерго”, и защищены патентами Российской Федерации. Специалистами НПО “Унихимтек” проводятся консультации по использованию огнезащитных материалов, обучение персонала технологии нанесения покрытий.

Водо-дисперсионная огнезащитная паста ОГРАКС-В предназначена для защиты электрических кабелей (в том числе в полиэтиленовых оболочках), находящихся в закрытых, тесных, плохо проветриваемых помещениях. Толщина покрытия после высыхания – 0,5 мм, плотность 1,4 г/см^3, паста обладает хорошей эластичностью и теплопроводностью (не требует снижения токовых нагрузок), сохраняет эксплуатационные свойства в диапазоне температур от –50 до +50 °С, цена пасты в 2 раза ниже цен зарубежных аналогов. Паста сертифицирована на соответствие требованиям НПБ 238-97. Наиболее крупными потребителями пасты являются предприятия АО “Мосэнерго” и городское

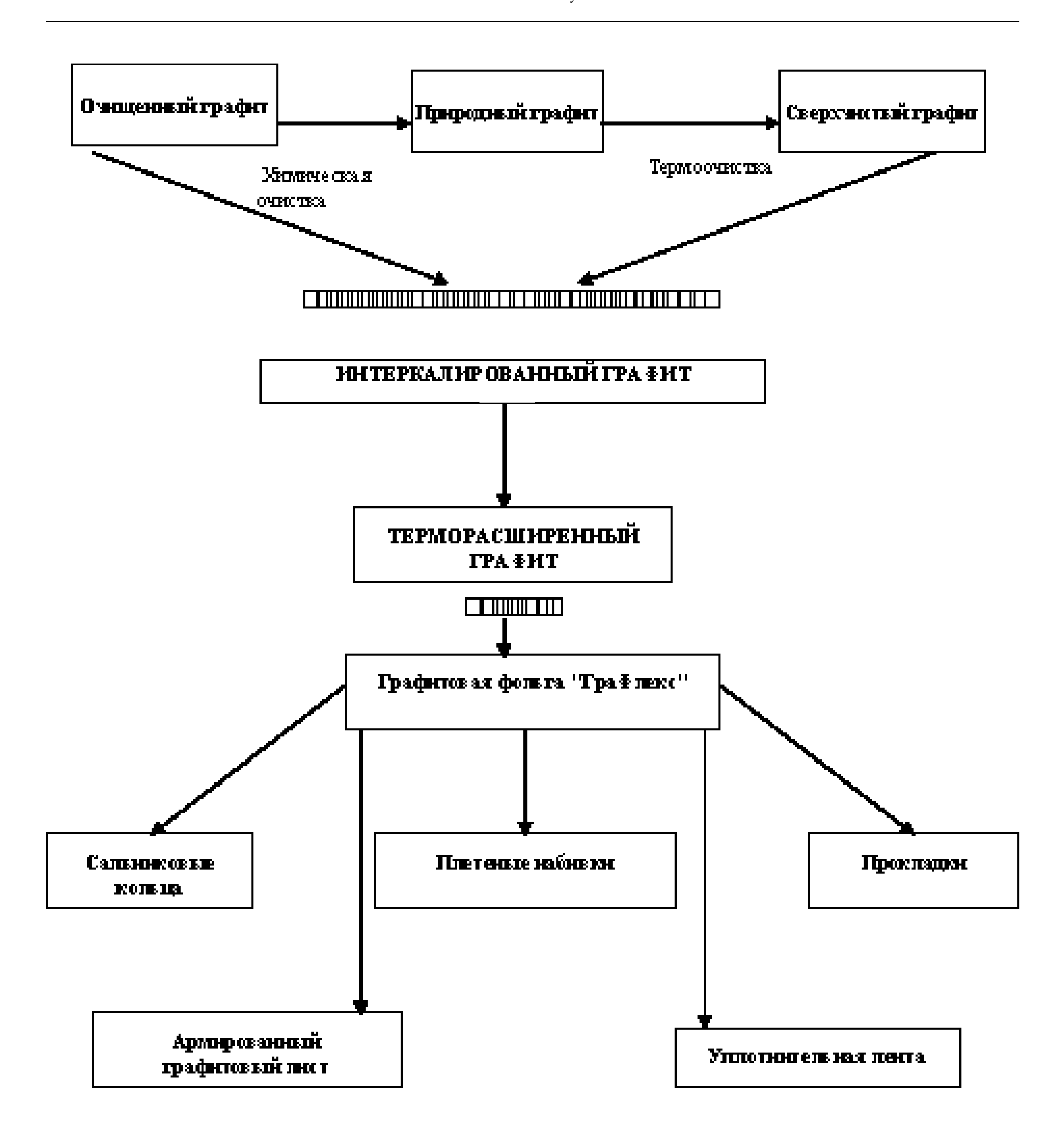


Рисунок. Технологический цикл выпуска графитовой фольги “ГраФлекс”

хозяйство г. Москвы. По результатам испытаний на полигоне ТЭЦ-23 АО “Мосэнерго” огнезащитная паста ОГРАКС-В рекомендована для применения на энергетических предприятиях РАО “ЕЭС России”.

Водо-дисперсионная огнезащитная паста ОГРАКС-В-СК предназначена для защиты металлических конструкций, расположенных в закрытых помещениях. Толщина слоя нанесенного покрытия зависит от требуемого предела огнестойкости защищаемой конструкции. Цвет водо-дисперсионных паст белый, может варьироваться окрашивающими добавками.

Огнезащитная паста повышенной адгезии и влагостойкости ОГРАКС-М предназначена для защиты электрических кабелей (в том числе в полиэтиленовых оболочках), находящихся в условиях повышенной влажности или на открытом воздухе. Толщина нанесенного покрытия 0,8 мм, плотность – 0,8 г/см^3, потребительские качества аналогичны эксплуатационным характеристикам пасты ОГРАКС-В. Цвет пасты – черный, салатный, темно-бордовый и др. Важным преимуществом пасты ОГРАКС-М является хорошая адгезия к полимерным материалам, в частности, к пенополиуретану, который часто используется для теплоизоляции, однако при этом требуется проведение мероприятий по огнезащите. Паста используется также в АО “Тюменьэнерго” и АО

“Кировэнерго”.

Паста ОГРАКС-М-СК предназначена для защиты металлоконструкций в условиях повышенной влажности и на открытом воздухе. Толщина слоя пасты зависит для установленного для защищаемой металлоконструкции предела огнестойкости.

Терморасширяющийся огнезащитный материал ОГРАКС-Л выпускается в виде рулонов или гибких пластин шириной до 1800 мм и толщиной от 0,5 до 4,0 мм, предназначенных для повышения предела огнестойкости металлических и деревянных дверей и других конструкций, для изготовления противопожарных дверей и вентиляционных клапанов. Плотность материала 0,8 г/см^3.

Терморасширяющийся огнезащитный материал ОГРАКС-П – эластичный упругий профиль различного сечения и конфигурации, предназначен для повышения предела огнестойкости деревянных дверей, оконных проемов, перегородок, изготовления пожарных металлических дверей вентиляционных клапанов. Плотность материала от 0,9 до 1,3 г/см^3.

Организовано серийное производство огнезащитных материалов серии ОГРАКС. В перспективе намечена реализация программы расширения производства огнезащитной продукции с целью обеспечения не только предприятий электроэнергетики, но и промышленных предприятий других отраслей, объектов городского хозяйства, в том числе линий кабельной связи, коллекторов, автотрасс, промышленного и гражданского строительства, транспорта (железнодорожного, метрополитена, автомобильного и др.), решения специальных задач.

Использование графитового материала “ГраФлекс” для уплотнения энергетической арматуры позволило десяткам энергетических предприятий России (энергосистем, ТЭС и АЭС) улучшить свои технико-экономические показатели:

– в 3…5 раз увеличить межремонтные сроки использования арматуры, повысив тем самым экономическую эффективность эксплуатации оборудования;
– расширить диапазон рабочих параметров арматуры по температуре, давлению и устойчивости к химически активным средам;
– снизить аварийность и обеспечить экологическую безопасность персонала энергетических предприятий;
– снизить затраты на ремонт, так как сальниковые уплотнения из “ГраФлекс” не требуют перебивки и подтяжки в течении межремонтного периода 4…6 лет работы арматуры.

Более высокая надежность уплотнения практически исключает парение арматуры, что крайне важно для нормальной работы электротехнического оборудования, например, электропривода, установленного на арматуре, так как повышенная температура и влажность при парении сальникового уплотнения быстро выводят из строя электродвигатели, электромагниты и т.д. Можно отметить еще одно достоинство – снижение коэффициента трения со штоком и шпинделем по сравнению с традиционными набивками типа АГ-50 и АГ-1.

Опыт применения “ГраФлекс”, накопленный с начала 90-х годов на ТЭС Мосэнерго, Тюменьэнерго, Челябэнерго, Ленэнерго, Ленинградской, Курской, Смоленской, Кольской АЭС, позволяет сделать вывод об исключительной выгодности применения этого материала, обусловленной его надежностью и долговечностью.

На всех теплосиловых установках промышленных предприятиях применение ТРГ “ГраФлекс” решит проблемы экономичной и надежной работы сальниковых уплотнений всех видов арматуры.

Для арматуры высокого давления НПО “Унихимтек” поставляет комплекты уплотнений КГФ, в составе которых, кроме уплотнительных колец, имеются два кольца, армированные нержавеющей сталью. Их назначение – предотвратить выдавливание материала “ГраФлекс” в зазоры по штоку, а также исключить вынос из сальника прилипших частиц при движении штока.

Для арматуры низкого давления НПО “Унихимтек” поставляет набивку графитовую плетеную НГФ различных модификаций, а так же низкоплотные кольца КГН, которые при установке легко разрезаются для их боковой заводки на шток. Для сред с высокой проницаемостью в комплекте поставляются кольца из композита ТЕГРАКС марки Ф-Гр25, обладающие низкой проницаемостью.

Для тяжелых нефтепродуктов в комплекте поставляются кольца, армированные нержавеющей сталью, для исключения выноса из сальника прилипших к штоку частиц гудрона (битума) вместе с материалом “ГраФлекс”.

Ведущие предприятия по производству энергетической арматуры, такие как АО “Чеховский завод энергетического машиностроения” (ЧЗЭМ) и ПК “Сплав” в последние годы осуществили полный переход на сальниковые уплотнения из ТРГ взамен асбестовых материалов.

Важным следствием перехода на материалы “ГраФлекс” при производстве энергетической арматуры стало снижение в 1,5…2 раза металлоемкости арматуры, что позволило привести этот показатель к международному уровню.

На энергетической арматуре высокого давления производства ЧЗЭМ сальник из “ГраФлекс” позволяет уменьшить высоту сальникового узла до 6 колец в уплотнении по штоку и до 2 колец по уплотнению крышки с корпусом. Уменьшенная высота сальниковой набивки и отсутствие ее пригорания к сопрягаемым деталям значительно упрощают разборку сальниковых узлов по штоку и по плавающей крышке.

Внедрение графитовых уплотнений на ЧЗЭМ позволило довести ресурс работы уплотнения с 2 до 10 лет, что повышает надежность арматуры и снижает затраты на обслуживание оборудования. Сальниковые уплотнения на основе графита не требуют дополнительной подтяжки в процессе эксплуатации, так как не имеют составляющих, которые выгорают при высокой температуре. Кроме того, при использовании указанной сальниковой набивки уменьшается износ и коррозия

штоков и шпинделей арматуры.

Сравнительные испытания различных уплотнительных материалов на коррозию со штоком арматуры дали следующие результаты:

– асбестосодержащая сальниковая набивка за семь месяцев испытаний имеет значительное коррозионное воздействие;
– сальниковая набивка из ТРГ с содержанием углерода 95…98 % оставляет на штоке следы коррозии;
– сальниковая набивка, поставляемая в настоящее время из ТРГ “ГраФлекс” с содержанием углерода 99,5…99,8 %, оставляет на штоке следы контакта, без видимой коррозии.

Повышение надежности и экономичности эксплуатации арматуры с уплотнениями на основе “ГраФлекс” обусловлено не только его уникальными физико-химическими свойствами, но и отсутствием вызывающих коррозию металла арматуры примесей, что позволяет проводить полную сборку и испытание арматуры на заводе-изготовителе с последующим гарантийным хранением в собранном виде в течение 2–4 лет.

Применение “ГраФлекс” с фторопластовым покрытием и композитов на его основе при производстве запорной арматуры вместо асбеста дало возможность снизить коэффициент трения в уплотнениях, что позволило перейти на малогабаритные регулируемые электроприводы, управляемые с помощью ЭВМ. В качестве примера эффективного использования уплотнения из ТРГ можно привести питательный клапан D_y 400 для АЭС, спроектированный ОАО ЧЗЭМ совместно с фирмой “Сименс”, в котором применены 5 различных видов уплотнений на базе “ГраФлекс”. Клапан успешно прошел испытания, в результате которых был выигран тендер на поставку партии изделий на Балаковскую АЭС. Работа по подготовке к полному переходу на уплотнения из ТРГ “ГраФлекс” ведется на Алексинском заводе “Тяжпромарматура”, Пензатяжпромарматура, Барнаульском котельном заводе, Таганрогском котельном заводе “Красный котельщик”.

Уникальный опыт накоплен совместно с Курганским заводом “Корвет”. Для уплотнения съемных седел шиберных задвижек, производящихся серийно взамен резиновых манжет и стальных пружин, на каждом седле установлено по одному кольцу КГФ из “ГраФлекс”, одновременно выполняющему функции уплотнителя и пружины. Кольца КГФ сняли ограничения по температуре для задвижек, так при работе на нефтепродуктах уплотнение может эксплуатироваться при температуре 450 °С и выше.

НПО “Унихимтек” готово совместно со всеми заводами, организациями и нефтеперерабатывающими заводами проводить работу по замене традиционных уплотнений арматуры на уплотнения из “ГраФлекс” для расширения параметров по температуре, давлению и устойчивости к химически активным средам.

ТРГ “ГраФлекс” и изделия из него имеют чрезвычайно широкий спектр технологических и конструкторских возможностей для обеспечения необходимых показателей по упругости и плотности материала, по сочетанию графитового уплотнения с армирующими стальными частями уплотнительного изделия.

Технология соединения фторопласта-4 и графитового материала “ГраФлекс” позволяет получить новый композиционный материал с широким диапазоном количества каждого из компонентов от 30 до 97 %. Композиционный материал фторопласт “ГраФлекс” имеет обозначение Ф-Гр25, Ф-Гр50, Ф-Гр75, где цифрой обозначается процентное содержание материала “ГраФлекс”. Композит Ф-Гр обеспечивает получение материала с новыми потребительскими свойствами за счет сочетания лучших свойств фторопласта-4 и графитового материала “ГраФлекс”.

НПО “Унихимтек” накоплен значительный опыт работы по замене традиционной мягкой сальниковой набивки отечественного и импортного производства на комплекты из ТРГ “ГраФлекс”.

Высокоэффективные сальниковые уплотнения из ТРГ “ГраФлекс” для центробежных, плунжерных насосов, компрессоров любых модификаций, размеров, работающих в различных средах, поставляются в виде комплектов, состоящих из трех типов колец, каждое из которых выполняет свою функцию:

– уплотнительные сальниковые кольца; поставляются в виде витых колец низкой плотности типа КГН, либо в виде набивки графитовой плетеной НГФ;
– кольца типа “сэндвич”, необходимые для интенсивного отвода тепла от вала к корпусу насоса; изготавливаются в виде слоеных колец;
– замыкающие кольца с малой проницаемостью изготавливаются из композитного материала Ф-Гр.

Для рабочих сред с твердыми примесями, взвесями или кристаллизующихся при охлаждении, дополнительно устанавливаются грязезащитные кольца, армированные нержавеющей сталью или другим металлом.

Имея эти группы колец, НПО “Унихимтек” подходит к каждому узлу сальникового уплотнения индивидуально, подбирая в зависимости от рабочей среды, от давления и температуры набор колец таким образом, чтобы обеспечить максимальную защиту сальникового уплотнения, и это отличает наш подход от традиционного варианта использования набивки плетеной, в которой пытаются соединить все указанные свойства.

Опыт эксплуатации показал, что комплекты уплотнений из ТРГ “ГраФлекс”, выпускаемые НПО “Унихимтек”:

– значительно эффективнее существующих асбестосодержащих, углеволоконных и им подобных набивок;
– допускают работу насоса без протечек;
– увеличивают срок службы в несколько раз;
– допускают повторное использование комплекта уплотнения после ремонта насоса;
– обеспечивают работоспособность на воде при температуре до 200 °С и на нефтепродуктах при температуре 300 °С;
– позволяют работать практически без износа рубашки (вала) в течение года.

Московские тепловые сети полностью перешли на комплекты сальниковых уплотнений из ТРГ "ГраФлекс" на сетевых насосах на горячей воде с температурой до 150 °С.

На поршневых насосах ПДГ Рязанского НПЗ обеспечена надежная работа путем установки уплотнений из ТРГ "ГраФлекс" при работе на битуме с температурой 200 °С и фенолосодержащих средах.

На плунжерных насосах отечественного производства Сызранского НПЗ при работе на антикоррозийной жидкости с высокой текучестью традиционные манжеты из резины и фторопласта импортного производства не обеспечивали работу без протечек; уплотнения перебирались после 2–3 дней эксплуатации. Комплект уплотнений из ТРГ "ГраФлекс" более 6 месяцев работает без протечек.

На НАК "Азот" (г. Новомосковск) на плунжерном насосе фирме URAGA при работе на аммиаке (P_y=200 кгс/см^2) применение уплотнений из ТРГ "ГраФлекс" позволило вдвое увеличить ресурс работы до замены уплотнений в сравнении с традиционной плетеной набивкой на основе фторопласта "Packungsring".

На Сызранском НПЗ на установке КТ-2 сальниковое уплотнение центробежного насоса НК210/200 из асбестовой прографиченной набивки в обертке из алюминиевой фольги при работе на тяжелом газольде имело срок службы 8…12 часов. Комплект сальниковых уплотнений ТРГ "ГраФлекс" отработал без замечаний при непрерывной работе 60 часов, что обеспечило запуск установки КТ-2, после чего насос был остановлен в резерв.

На светлых нефтепродуктах при температуре 60…250 °С комплекты сальниковых уплотнений из ТРГ "ГраФлекс" на десятках насосах работают без замечаний более 6 месяцев, тогда как асбестовая прографиченная набивка имеет срок службы до замены не более одного месяца.

На Сызранском НПЗ экспериментальный комплект сальникового уплотнения центробежного насоса на гудроне с температурой 450 °С отработал 8 месяцев. Срок службы традиционных набивок до замены не превышает 10 дней. После разборки насоса по состоянию уплотнения подготавливаются решения по составу комплекта уплотнений из ТРГ "ГраФлекс" для передачи заинтересованным заводам в опытно-промышленную эксплуатацию.

На Куйбышевском НПЗ комплект сальниковых уплотнений из ТРГ "ГраФлекс" центробежного насоса отработал без замечаний два года на солярке с температурой 80…200 °С. В капитальный ремонт насоса не обнаружен износ комплектов сальникового уплотнения из ТРГ "ГраФлекс" и рубашки вала, в связи с чем уплотнение не заменялось (добавлено одно кольцо) и осталось для дальнейшей эксплуатации.

НПО "Унихимтек" планирует обобщить положительный опыт внедрения комплектов сальниковых уплотнений из ТРГ "ГраФлекс" на центробежных насосах по перекачке бензина, дизтоплива, растворителей, фенолосодержащих и других сред. Указанный опыт ценен тем, что он накоплен на центробежных насосах, работающих в пусковых режимах, а также при наличии примесей, на которых торцевые уплотнения не могут обеспечить высокую надежность.

По документации НПО "Унихимтек" на Омском НПЗ, заводах "Красноленинскнефть" и "Урайнефтегаз" для импортных центробежных насосов (США, Франция, Германия) с торцевыми уплотнениями при работе с нефтепродуктами при температуре до 400 °С из фольги "ГраФлекс" изготовлены уплотнения по корпусу и валу взамен уплотнений из ТРГ, поставляемых по импорту. Затраты на оплату работ НПО "Унихимтек" по разработке и изготовлению оснастки, изготовлению 50–100 комплектов уплотнений не превышают стоимости нескольких комплектов уплотнений, закупаемых по импорту у заводов-изготовителей насосов.

По документации НПО "Унихимтек" из фольги "ГраФлекс" на Куйбышевском НПЗ изготавливаются уплотнители по корпусу и валу для установки взамен аналогичных деталей раннее закупленных по импорту в фирме BURGMANN в составе комплекта торцевого уплотнения вала центробежных насосов. На применение уплотнительных изделий из ТРГ "ГраФлекс", производимых НПО "Унихимтек", по 14-ти техническим условиям в Госгортехнадзоре России получено разрешение на их изготовление и применение на предприятиях химической, нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности.

НПО "Унихимтек" поставляет прокладки ПАГФ армированные диаметром до 1000 мм, а также лист графитовый армированный шириной 620 мм в комплекте с инструментом по вырезке прокладок на месте. В 2002 году планируется освоить производство листа графитового армированного шириной 1240 мм.

Для замены асбометаллических прокладок по ГОСТ 28759.7-90 и спирально-навитых прокладок по ОСТ 26.260.454-93 НПО "Унихимтек" поставляет разнообразные типы прокладок:

– ПГФ неармированные с обтюраторами из нержавеющей стали по наружному и внутреннему диаметрам;
– ПОГФ на стальном основании;
– ПЗГФ завальцованные (как круглые, так и прямоугольные), в которых ТРГ "ГраФлекс" полностью или частично защищены оболочкой из нержавеющей стали.

Прокладки диаметром до 1600 мм изготавливаются в Челябинском филиале, а для прокладок диаметром 1600…4000 мм поставляются составные части для их сборки на месте установки.

На теплообменниках Сызранского НПЗ по очистке нефти от серы (Р=60 кгс/см^2 и Т=480 °С) на фланцевом соединении не стали устранять традиционные дефекты в сопряжении с восьмигранными прокладками, а установили под прокладки ленту из ТРГ "ГраФлекс". За год эксплуатации ни по одному из фланцев нет замечаний.

Наибольший эффект получается при комплексной установке уплотнений из ТРГ "ГраФлекс" на арматуре, насосах и фланцевых соединениях.

На Рязанском НПЗ на установке А37/3 при работе на экстрактном растворе (фенол 80 %, масло, смолы 20 %) замена сальниковых уплотнений поршневых насосов типа ПДГ 60/25, сальниковых уплотнений регулирующей арматуры и прокладок фланцевых соединений трубопроводов и арматуры исключила течи рабочей среды, что в течение года коренным образом улучшило экологическую обстановку в производственном корпусе.

Комплексное применение на Куйбышевском НПЗ прокладок фланцевых армированных и сальниковых уплотнений штока арматуры исключило течи тяжелых газойлей на установке АВТ-5.

УДК 681.5.01